

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazuhisa KASHIHARA, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: OPTICAL WAVEGUIDE CIRCUIT DEVICE



REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2000-285380	September 20, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO
09/955120
09/19/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-285380

出 願 人

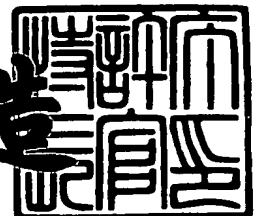
Applicant(s):

古河電気工業株式会社

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3074448

【書類名】 特許願

【整理番号】 A00248

【提出日】 平成12年 9月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/21

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 柏原 一久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 根角 昌伸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 奈良 一孝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 斎藤 恒聡

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100093894

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000480

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9108379

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
 【発明の名称】 光導波回路装置
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コア回路とクラッドとを有する導波路形成領域を基板上に形成してなる光導波回路装置において、少なくとも 1 本のコア回路を横切る溝が形成されており、該溝の内壁面は前記基板の劈開面と一致しない面と成していることを特徴とする光導波路回路装置。

【請求項 2】 1 本以上の並設された光入力導波路の出射側に第 1 のスラブ導波路が接続され、該第 1 のスラブ導波路の出射側には該第 1 のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路が並設されて成るアレイ導波路が接続され、該アレイ導波路の出射側には第 2 のスラブ導波路が接続され、該第 2 のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続されたコア回路を備えたアレイ導波路回折格子型光合分波器が光導波回路装置であり、コア回路を横切る溝は少なくとも前記アレイ導波路を横切る態様で形成されており、前記溝の内壁面は前記基板の劈開面と一致しない面と成していることを特徴とする請求項 1 記載の光導波路回路装置。

【請求項 3】 1 本以上の並設された光入力導波路の出射側に第 1 のスラブ導波路が接続され、該第 1 のスラブ導波路の出射側には該第 1 のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路が並設されて成るアレイ導波路が接続され、該アレイ導波路の出射側には第 2 のスラブ導波路が接続され、該第 2 のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続された導波路構成を基板上に形成したアレイ導波路回折格子型光合分波器の前記第 1 のスラブ導波路と第 2 のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる交差面で分離されて分離スラブ導波路と成し、この分離された分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させることによりアレイ導波路回折格子型光合分波器の光透過中心波長をシフトさせるスライド移動部材が設けられており、前記分離面は前記基板の劈開面と一致しない面と成していることを特徴とする光導波路回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に導波路形成領域を形成してなるアレイ導波路回折格子型光合分波器等の光導波回路装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光通信分野において、コア回路とクラッドとを有する導波路形成領域を基板上に形成した光導波回路装置が様々に用いられており、導波路形成領域は、一般に、石英系ガラスによって形成されている。この種の光導波回路装置においては、コア回路の構成により様々な機能を果たすことができる。なお、上記基板として、一般的にシリコン基板等の単結晶の基板が適用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記光導波回路装置において、その用途に応じて、少なくとも1本のコア回路を横切る溝を形成し、この溝にフィルタ等の光部品を挿入してなる装置が提案されている。

【0004】

この種の装置は、溝部への光部品挿入等の構成によって従来の光導波回路装置では成されなかった効果を発揮することができるが、例えば光導波回路装置をパッケージ内に収容した状態でパッケージを誤って落下させてしまった場合等に、上記溝の形成部を起点として基板や導波路形成領域にひびが生じる可能性がある。

【0005】

そこで、本発明者は、溝等の形成により溝等の無い領域に比べて衝撃強度が弱い構成部分を有していても、落下時等に基板や導波路形成領域にひび等が生じない光導波回路装置を提案することが重要な課題であると考えた。

【0006】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、溝等を

有していても、落下等の衝撃強度の強い光導波回路装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第1の発明は、コア回路とクラッドとを有する導波路形成領域を基板上に形成してなる光導波回路装置において、少なくとも1本のコア回路を横切る溝が形成されており、該溝の内壁面は前記基板の劈開面と一致しない面と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【0008】

単結晶の場合、ある特定の結晶面において割れる特性があり、その現象を劈開と呼ぶ。この割れる面を劈開面と呼ぶ。例えば結晶軸 $\langle 100 \rangle$ 、オリエンテーションフラット位置 (110) で形成されたシリコン基板の場合、図2の(a)に示すように、劈開面43はシリコン基板1のオリエンテーションフラット(図のA)と水平または垂直に形成される。

【0009】

また、第2の発明は、上記第1の発明の構成に加え、1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導波路が並設されて成るアレイ導波路が接続され、該アレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続されたコア回路を備えたアレイ導波路回折格子型光合分波器が光導波回路装置であり、コア回路を横切る溝は少なくとも前記アレイ導波路を横切る態様で形成されており、前記溝の内壁面は前記基板の劈開面と一致しない面と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【0010】

さらに、第3の発明は、1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いの長さが設定量異なる複数のチャンネル導

波路が並設されて成るアレイ導波路が接続され、該アレイ導波路の出射側には第 2 のスラブ導波路が接続され、該第 2 のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続された導波路構成を基板上に形成したアレイ導波路回折格子型光合分波器の前記第 1 のスラブ導波路と第 2 のスラブ導波路の少なくとも一方がスラブ導波路を通る光の経路と交わる交差面で分離されて分離スラブ導波路と成し、この分離された分離スラブ導波路の少なくとも一方側を前記分離面に沿って温度に依存してスライド移動させることによりアレイ導波路回折格子型光合分波器の光透過中心波長をシフトさせるスライド移動部材が設けられており、前記分離面は前記基板の劈開面と一致しない面と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【 0 0 1 1 】

光導波回路の基板として適用される基板は、シリコン単結晶等の基板が一般的であり、周知の如く、この種の単結晶基板には劈開面が形成される。そこで、本発明者は、この劈開面と溝や分離面などの比較的衝撃強度の弱い構成要素との位置関係に着目し、溝の内壁面や分離面をシリコン単結晶基板の劈開面と一致させて形成したサンプルと、溝の内壁面や分離面をシリコン単結晶基板の劈開面と一致しない面としたサンプルとを複数ずつ形成し、これらの各サンプルの衝撃試験を行なった。

【 0 0 1 2 】

なお、この衝撃試験は、光導波回路装置をパッケージ内に収容した状態で行なった。

【 0 0 1 3 】

その結果、上記溝の内壁面や分離面を基板の劈開面と一致させて形成した場合は、導波路形成領域にひび（クラック）等が生じることがあるが、溝の内壁面や分離面を基板の劈開面と一致しない面とした場合には、溝等の衝撃強度が弱い構成部分を有していても、落下時等に基板や導波路形成領域にひび等が生じないことを確認できた。

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記検討結果に基づき、導波路形成領域の少なくとも 1 本のコアを

横切る溝の内壁面やコア回路を横切る分離面を、基板の劈開面と一致しない面と成したものであるから、落下等の衝撃強度の強い光導波回路装置とすることが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図1には、本発明に係る光導波回路装置の一実施形態例の要部構成が平面図により示されている。

【0016】

同図に示すように、本実施形態例の光導波回路装置は、シリコン単結晶の基板1上に、同図に示す導波路構成のコア回路を備えた導波路形成領域10を有するアレイ導波路回折格子型光合分波器である。

【0017】

前記導波路構成は、1本以上の並設された光入力導波路2の出射側に、第1のスラブ導波路3が接続され、第1のスラブ導波路3の出射側にはアレイ導波路4が接続され、アレイ導波路4の出射側には第2のスラブ導波路5が接続され、第2のスラブ導波路5の出射側には複数の並設された光出力導波路6が接続されて形成されている。

【0018】

前記アレイ導波路4は、第1のスラブ導波路3から導出された光を伝搬するものであり、アレイ導波路4内の隣り合うチャンネル導波路4aの長さは互いに設定量異なるように形成され、例えば隣り合うチャンネル導波路4aの長さは互いに ΔL 異なっている。なお、光出力導波路6は、例えばアレイ導波路型回折格子によって分波あるいは合波される互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられるものであり、アレイ導波路4は、通常、例えば100本といったように多数設けられるが、同図においては、図の簡略化のために、これらのチャンネル導波路4a、光出力導波路6および光入力導波路2の各々の本数を簡略的に示してある。

【 0 0 1 9 】

また、本実施形態例の光導波回路装置は、上記構成のアレイ導波路回折格子型光合分波器において、前記第 1 のスラブ導波路 3 が第 1 のスラブ導波路 3 を通る光の経路と交わる交差面の分離面（交差分離面） 8 で分離されて分離スラブ導波路 3 a, 3 b と成している。

【 0 0 2 0 】

交差分離面 8 は導波路形成領域 1 0 の一端側（図の上端側）から導波路形成領域の途中部にかけて設けられており、この交差分離面 8 に連通させて、第 1 のスラブ導波路 3 と交差しない非交差分離面 1 8 が形成されている。本実施形態例において、非交差分離面 1 8 は交差分離面 8 と直交して設けられているが、非交差分離面 1 8 は交差分離面 8 と直交しなくてもよく、同図は直交している態様を記載している。

【 0 0 2 1 】

本実施形態例では、交差分離面 8 と非交差分離面 1 8 とによって、導波路形成領域 1 0 を、一方側の分離スラブ導波路 3 a を含む第 1 の導波路形成領域 1 0 a と、他方側の分離スラブ導波路 3 b を含む第 2 の導波路形成領域 1 0 b とに分離している。

【 0 0 2 2 】

なお、上記第 1 の導波路形成領域 1 0 a と第 2 の導波路形成領域 1 0 b は分離されたため間隔を介して配置されており、例えば、同図に示す C 部の間隔（非交差分離面 1 8 同士の間隔）は $100\mu\text{m}$ 程度であり、同図に示す B 部の間隔（交差分離面 8 同士の間隔）は $25\mu\text{m}$ 程度である。

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態例では、アレイ導波路型回折格子の温度に依存して、第 1 の導波路形成領域 1 0 a を第 2 の導波路形成領域 1 0 b に対して交差分離面 8 に沿って移動させるスライド移動部材 1 7 が設けられている。スライド移動部材 1 7 は、このスライド移動を、アレイ導波路型回折格子の光透過中心波長温度依存性を低減する方向に行なう構成と成している。

【 0 0 2 4 】

また、スライド移動部材 17 は導波路形成領域 10 a, 10 b の表面上に、導波路形成領域 10 a と導波路形成領域 10 b に跨る態様で設けられており、この態様により、前記導波路形成領域 10 a のスライド移動時に、導波路形成領域 10 a が前記ベース 9 に対して上方側（XY 平面に垂直な Z 軸方向）に変位することを抑制している。

【0025】

上記スライド移動部材 17 は、基板 1 よりも熱膨張率が大きい金属である銅板により形成されている。銅の熱膨張係数は 1.65×10^{-5} (1/K) である。スライド移動部材 17 の下側には半田（図示せず）が設けられ、この半田の下側には金属膜（図示せず）が設けられており、金属膜と半田とを介して、導波路形成領域 10 a, 10 b の固定用部位にスライド移動部材 17 が固定されている。

【0026】

本実施形態例は、上記のように、アレイ導波路回折格子型光合分波器の第 1 のスラブ導波路 3 を分離スラブ導波路 3 a, 3 b に分離し、スライド移動部材 17 によって、分離スラブ導波路 3 a を前記交差分離面（分離面）8 に沿って温度に依存してスライド移動させることによりアレイ導波路回折格子型光合分波器の光透過中心波長をシフトさせる構成としたものである。

【0027】

本実施形態例の特徴的な構成は、前記交差分離面 8 を前記基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面と成していることであり、さらに、本実施形態例では、交差分離面 8 に連通する非交差分離面 1 8 も基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面と成している。

【0028】

このように、交差分離面 8 及び非交差分離面 1 8 を基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面とするために、本実施形態例は、図 2 の (c) に示すように、交差分離面 8 と基板 1 のオリエンテーションフラット A との角度 θ が 20° となるように、交差分離面 8 を斜めに形成した。なお、同図の (b) に示すように、交差分離面 8 を基板 1 のオリエンテーションフラット A と垂直に形成すると、交差分離面

8 が基板 1 の劈開面 4 3 と一致する面となる。

【 0 0 2 9 】

本実施形態例は以上のように構成されており、この光導波回路装置の落下衝撃強度を求めるために、まず、以下のようにして光導波回路装置を光モジュール化した。すなわち、上記構成の光導波回路装置を複数形成し、各光導波回路装置について、図 3 の (a) に示すように、光導波回路装置の光入力導波路 2 の入射端に、光ファイバアレイ 2 1 の光ファイバ 2 3 を光接続し、各光出力導波路 6 の出射端に光ファイバアレイ 2 2 に固定された光ファイバテープ心線 2 4 の光ファイバを光接続した。

【 0 0 3 0 】

次に、同図の (b) に示すように、光導波回路装置の四隅に、導波路形成領域 1 0 の表面側と基板 1 の裏面側から光導波回路装置を挟むバイトンゴム 4 5 を設け、図 4 の (a) に示すようにパッケージ 4 6 内に収容した。この状態で、パッケージ 4 6 内にマッチングオイルを注入し、リング嵌合溝 4 8 にリングを装着し、さらに、同図の (b) に示すように蓋 4 7 を締め、ねじ穴 5 1 にねじを螺合し、蓋 4 7 をねじ止め固定して密封し、光モジュールとした。

【 0 0 3 1 】

そして、衝撃試験器 (A V C O 衝撃試験装置 A V E X C O R P . , U S A 、 M O D E L S M - 1 0 5 - M P) を用い、一般的な取り扱い時の衝撃を想定して $100G$ ($1G = 9.8m/s^2$) の衝撃加速度で衝撃を加え、上記光モジュールの衝撃試験を行なった。

【 0 0 3 2 】

その結果、衝撃試験を行なった光モジュールは、光導波回路装置にひび等が生じることは無かった。

【 0 0 3 3 】

本実施形態例によれば、以上のように、光導波回路装置に形成した交差分離面 8 および非交差分離面 1 8 を、基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面とすることにより、落下等の衝撃強度の強い光導波回路装置とすることができる。

【 0 0 3 4 】

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば上記実施形態例では、交差分離面 8 と劈開面 4 3 との角度 θ を 20° としたが、この角度は特に限定されるものではなく適宜設定されるものである。

【 0 0 3 5 】

また、上記実施形態例は、光導波回路装置としてアレイ導波路回折格子型光合分波器の第 1 のスラブ導波路 3 を横切る交差分離面 8 を有する構成を適用したが、アレイ導波路回折格子型光合分波器は光の相反性を利用して形成されているものであり、第 2 のスラブ導波路 5 側を分離する分離面を有するアレイ導波路回折格子型光合分波器としてもよい。

【 0 0 3 6 】

この場合も、上記実施形態例と同様の機能を有するスライド移動部材 1 7 を設けることにより同様の動作が行なわれ、かつ、分離面を基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面と成すことにより、衝撃強度の強い光導波回路装置とすることができる。

【 0 0 3 7 】

さらに、アレイ導波路回折格子型光合分波器に分離面を形成せず、例えば図 5 に示すように、アレイ導波路 4 を横切る形態で溝 2 0 を形成したアレイ導波路回折格子型光合分波器に本発明を適用することもできる。なお、同図では、溝 2 0 に半波長板 3 6 を設けている。この構成においても、溝 2 0 の内壁面を基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面と成すことにより、上記実施形態例と同様に、衝撃強度の強い光導波回路装置とすることができる。なお、図 5 の構成に、上記実施形態例と同様の分離面を形成してもよい。

【 0 0 3 8 】

さらに、本発明の光導波回路装置は、必ずしもアレイ導波路回折格子型光合分波器とするとは限らず、コア回路とクラッドとを有する導波路形成領域 1 0 を基板 1 上に形成してなる様々な光導波回路装置において、少なくとも 1 本のコア回路を横切る溝が形成されている光導波回路装置に本発明を適用することができ、前記溝の内壁面を前記基板の劈開面と一致しない面と成すことにより、上記実施

形態例と同様に、衝撃強度の強い光導波回路装置とすることができる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、本発明者の検討結果に基づき、導波路形成領域の少なくとも 1 本のコアを横切る溝の内壁面や分離面を、基板の劈開面と一致しない面と成したものであるから、落下等の衝撃強度の強い光導波回路装置とすることができる。

【 0 0 4 0 】

そして、上記溝や分離面を設けて様々な機能を有する光導波回路装置を構成することにより、例えば用途に応じた様々な機能を付加することができ、さらに、上記のように衝撃強度の強い優れた光導波回路とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光導波回路装置の一実施形態例を示す要部構成図である。

【図 2】

シリコン基板の劈開面の説明図（a）と、シリコン基板を用いて形成されるアレイ導波路回折格子型光合分波器の設計例（b）、（c）の説明図である。

【図 3】

上記実施形態例を用いた光モジュール作製工程例の説明図である。

【図 4】

上記実施形態例を用いた光モジュールの作製工程例を図 3 に続いて示す説明図である。

【図 5】

本発明に係る光導波回路装置の他の実施形態例を示す説明図である。

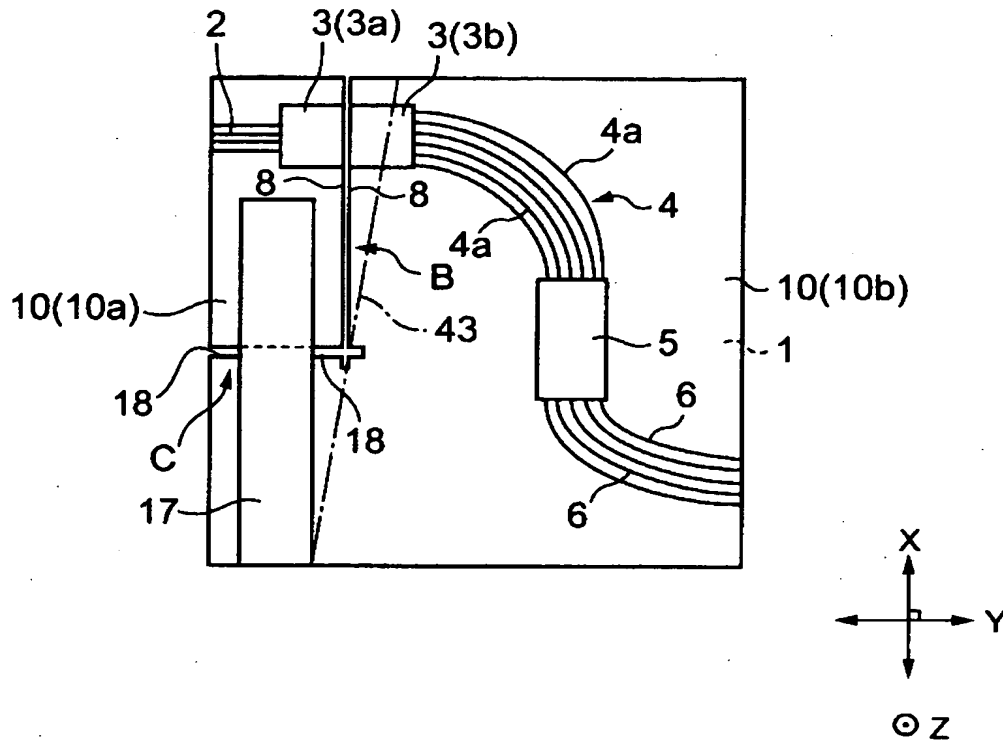
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光入力導波路
- 3 第 1 のスラブ導波路
- 3 a, 3 b 分離スラブ導波路

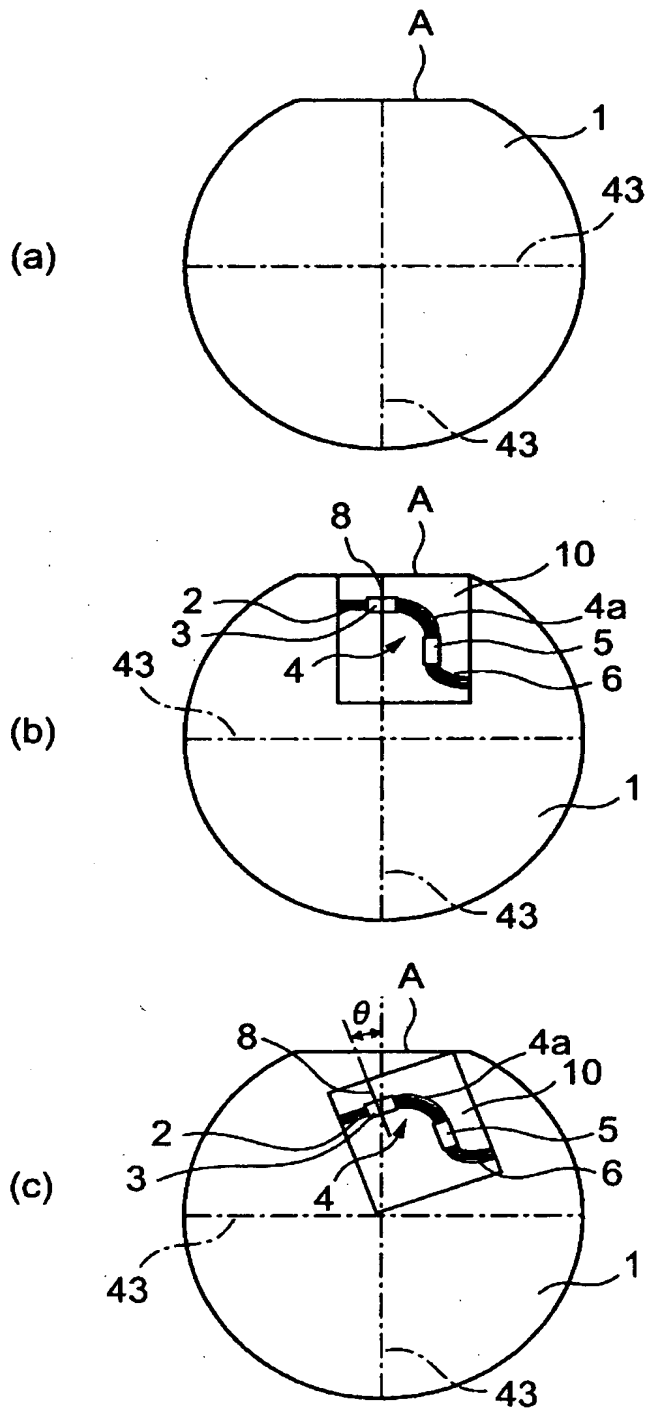
- 4 アレイ導波路
- 5 第 2 のスラブ導波路
- 6 光出力導波路
- 8 交差分離面
- 1 0, 1 0 a, 1 0 b 導波路形成部
- 1 7 スライド移動部材
- 1 8 非交差分離面
- 2 0 溝
- 4 3 劈開面

【書類名】 図面

【図 1】

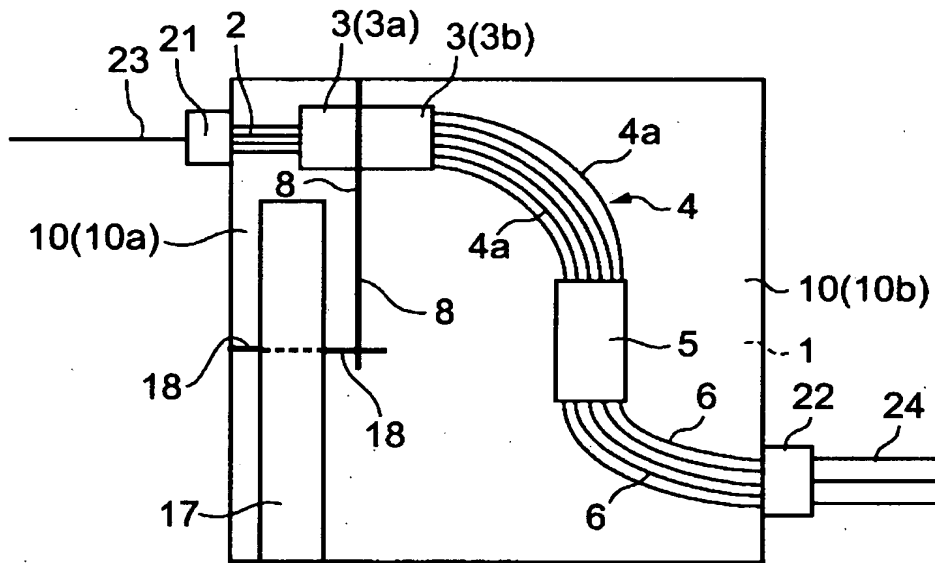


【図 2】

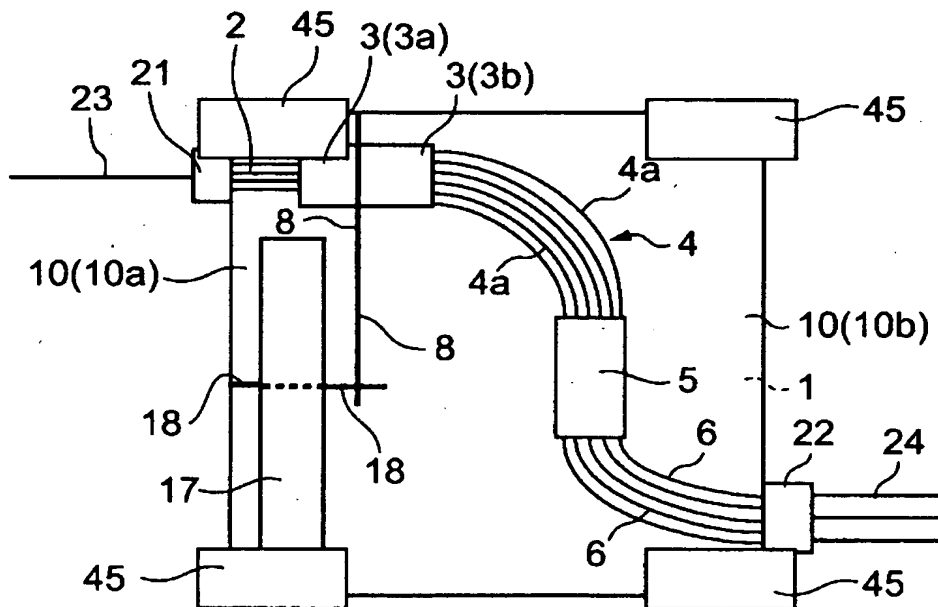


【図 3】

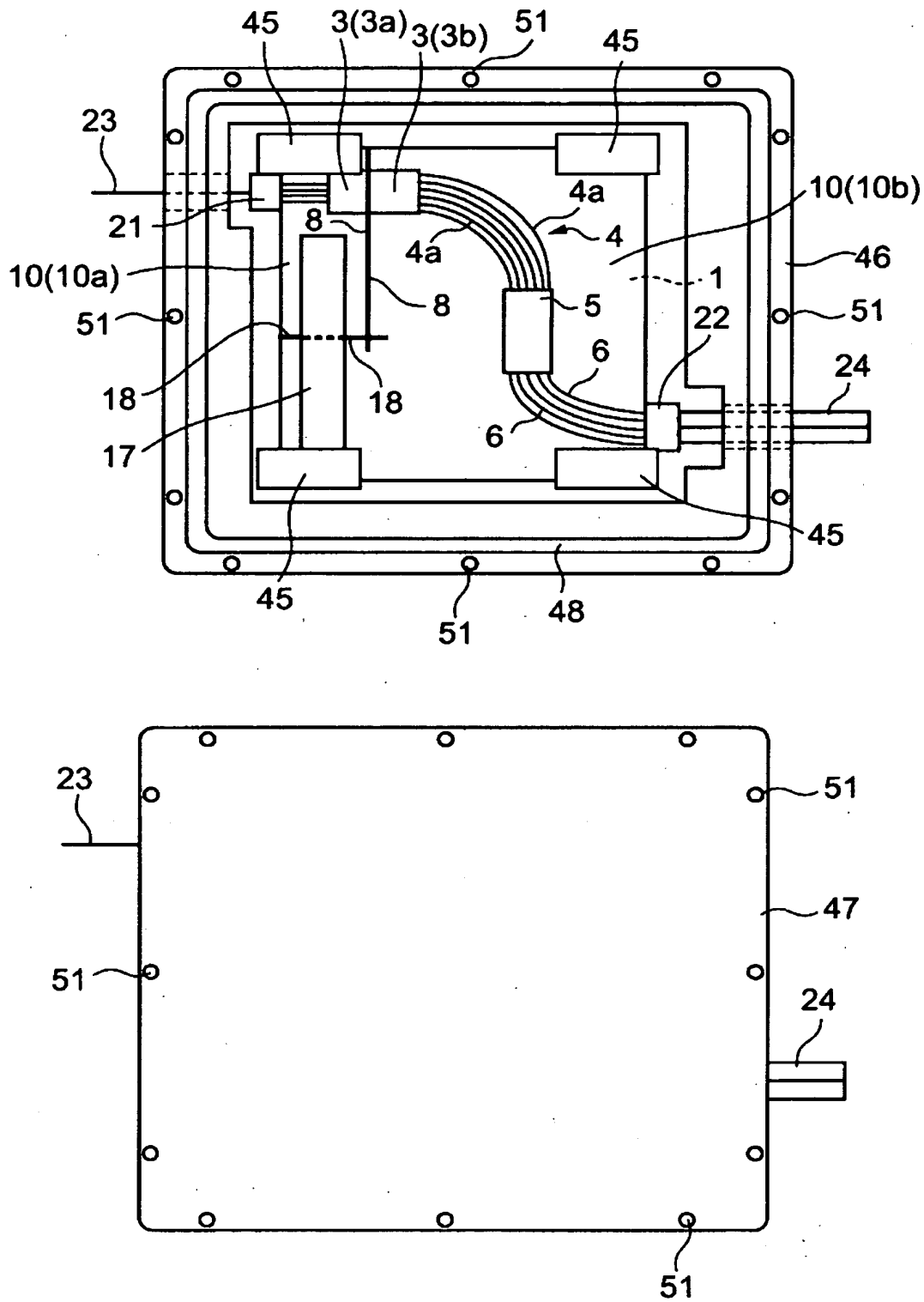
(a)



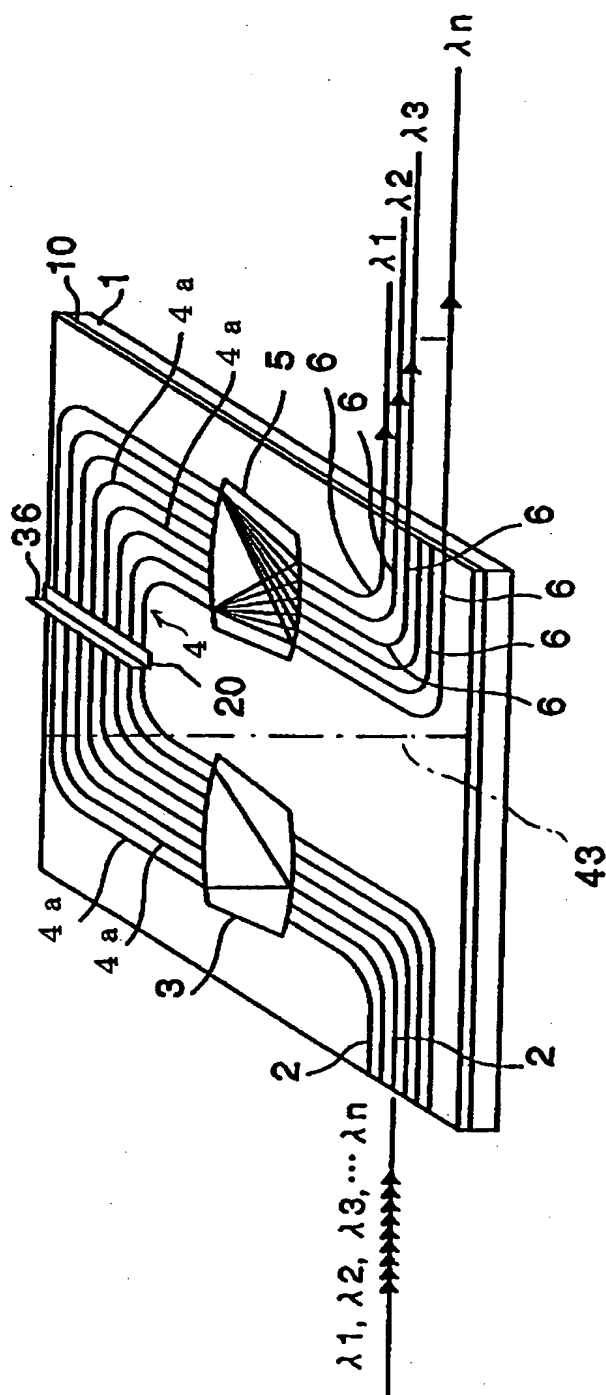
(b)



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 落下等の衝撃強度の強い光導波回路装置を提供する。

【解決手段】 シリコンの基板 1 上に、光入力導波路 2 と第 1 のスラブ導波路 3 と互いに異なる長さの複数の並設したアレイ導波路 4 と第 2 のスラブ導波路 5 と複数の並設した光出力導波路 6 とを順に接続してなる導波路形成部 1 0 を設ける。第 1 のスラブ導波路 3 を通る光の経路と交わる交差分離面 8 で第 1 のスラブ導波路 3 を分離し、温度に依存して分離スラブ導波路 3 a 側を分離面 8 に沿ってスライド移動させるスライド移動部材 1 7 を設けて、アレイ導波路型回折格子の各光透過中心波長の温度依存変動を低減する。交差分離面 8 とそれに連通する非交差分離面 1 8 を基板 1 の劈開面 4 3 と一致しない面とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名	古河電気工業株式会社